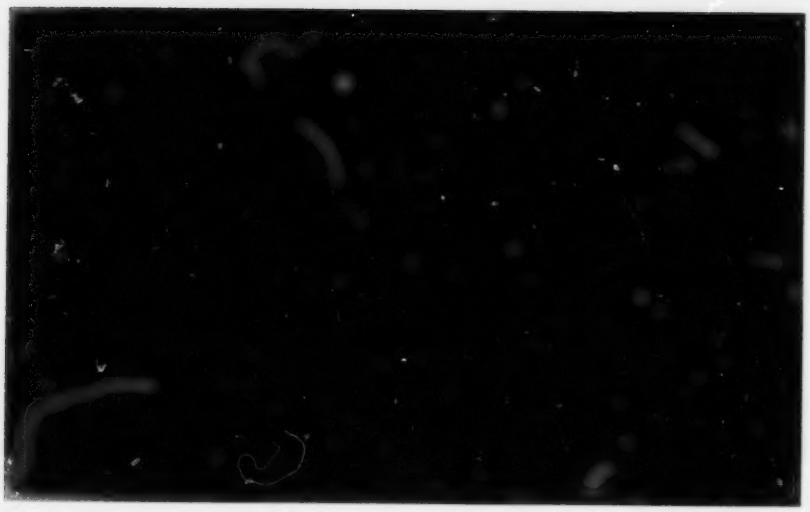
CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS
(C.R.T.)
CENTRE FOR RESEARCH ON TRANSPORTATION

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES
ÉCOLE POLYTECHNIQUE



CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
C.P. 6128, SUCCURSALE A,
MONTRÉAL
CANADA H3C 3J7

TÉLÉPHONE: (514) 343-7575
TÉLEX: (21) 05-561325
EMAIL: crt@crt.umontreal.ca
TÉLÉCOPIEUR (FAX): (514) 343-7121

91-04086/

CRT-765

Système graphique d'aide à la gestion de l'entretien du réseau routier d'une municipalité*

par

Johanne Côté[1]
Serge Roy[1]
Jean-Marc Rousseau[1, 2]

[1] GIRO Inc., 1100 boul. Crémazie Est, bureau 300, Montréal, Québec H2P 1X2
[2] Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale A, Montréal, Québec H3C 3J7

* Cette recherche a été rendue possible grâce au Fonds F.C.A.R., programme Action concertée sur l'entretien et la réhabilitation du réseau routier du Québec.

Centre de recherche sur les transports — Publication #765

Avril 1991

Dépôt légal – 2ème trimestre 1991

Résumé

Ce rapport décrit un logiciel interactif graphique pour aider à la gestion de l'entretien et de la réhabilitation de la chaussée et des trottoirs dans un réseau routier urbain. Ce logiciel incorpore toutes les fonctions usuelles de mise à jour des informations et se distingue au niveau de la représentation graphique des informations en utilisant le réseau comme support. La représentation graphique des informations peut être visualisée sur écran couleur (EGA) ou sur une carte produite par un traceur.

Mots-clés : système interactif graphique, cartographie, entretien routier.

1. Introduction

Une des caractéristiques importantes de la gestion de l'entretien et de la réhabilitation du réseau routier est la quantité et la diversité des informations à considérer. Il y a les informations sur:

- les caractéristiques physiques et structurales
- l'environnement, gel, dégel et drainage
- le type de trafic et son flot
- l'état actuel de la chaussée, portance, confort de roulement et surface
- l'inventaire des problèmes et fissuration
- l'interprétation des problèmes
- les interventions possibles
- les priorités d'intervention
- l'historique des interventions et des investissements

Certaines de ces informations sont qualitatives et d'autres quantitatives et elles sont associées à chacune des sections du réseau. Il est difficile pour le gestionnaire de visualiser globalement au niveau du réseau une de ces informations et pratiquement impossible de visualiser la combinaison de plusieurs informations. Cette visualisation globale des informations est d'une grande importance, d'abord pour avoir un suivi des interventions passées et les évaluer compte tenu de l'état actuel du réseau, ensuite pour planifier les travaux à faire et, finalement, pour établir des corrélations entre les problèmes inventoriés et les caractéristiques physiques de la chaussée et de son environnement. Un rapport alphanumérique n'est pas une représentation naturelle pour des informations à référence spatiale et n'offre pas la synthèse globale fournie par une carte. Nous avons voulu porter nos efforts sur un aspect de l'entretien et de la réhabilitation du réseau qui, jusqu'à maintenant, n'a pas beaucoup retenu l'attention des chercheurs, soit la gestion et la représentativité des informations. Il existe présentement les S.I.U.R.S. (système interurbain à référence spatiale), mais ces systèmes sont trop dispendieux pour la majorité des municipalités et ces systèmes sont d'un usage général et ne contiennent pas une fonctionnalité pertinente pour la gestion de l'entretien du réseau.

Nous avons développé un outil informatisé pour aider le gestionnaire dans sa tâche. Le logiciel est convivial et utilise les techniques interactives graphiques les plus récentes. Normalement, le développement d'un tel système aurait pu s'avérer coûteux, mais en utilisant les modules du système *GeoRoute*, développés au Centre de recherche sur les transports, nous avons pu réaliser à un coût peu élevé notre objectif. Ainsi, l'effort a été porté sur l'aspect original du système soit la représentation de l'information.

2. GeoRoute

Le Centre de recherche sur les transports a développé le système *GeoRoute* pour la mise à jour des réseaux routiers pour le contexte d'optimisation de routes et d'horaires de véhicules. Le système comprend entre autres, un éditeur interactif graphique de réseau. Ce programme permet de visualiser et de mettre à jour un réseau. L'information du réseau n'est pas présentée de façon brute à l'usager mais est interprétée par l'éditeur qui utilise notamment la structure des rues du réseau pour faciliter l'interprétation de l'information et la recherche des objets à éditer.

Les commandes de l'éditeur se partagent en trois grandes catégories:

- les commandes de positionnement
- les commandes d'édition
- les commandes contrôlant les options

Les commandes de positionnement sont utilisées pour explorer le territoire couvert par le réseau ou pour se déplacer sur un arc précis qui servira de position courante. La plus importante commande de positionnement est la localisation qui permet soit de balayer une rue à la recherche d'une adresse civique ou d'une intersection, soit de chercher le ou les arcs étiquetés d'un code postal donné. Les autres commandes de positionnement se retrouvent principalement dans le mode graphique et permettent de manipuler la fenêtre du réseau, notamment de la déplacer et d'en changer la taille.

Les commandes d'édition permettent de modifier les informations rattachées aux entités du réseau et de mettre à jour le tracé des rues pour tenir compte des derniers développements routiers. Diverses commandes sont disponibles pour modifier en série les attributs d'un arc (numéros civiques aux extrémités de l'arc, codes postaux, modes de transport, sens de la circulation, etc.), pour modifier en série les attributs d'une suite d'arcs le long d'une rue (mettre une portion de rue sens unique, interdire les virages à gauche le long d'une rue, etc.), ou encore pour modifier la structure même du réseau en détruisant des arcs ou en ajoutant.

Enfin, les commandes de contrôle des options offrent l'opportunité à l'usager de personnaliser l'éditeur en l'adaptant à son contexte et à ses outils. Ces commandes permettent principalement de charger une partie du réseau en mémoire pour accélérer le rendement de l'éditeur, de modifier la langue d'interaction avec l'usager et de choisir entre le clavier, la souris et la numériseur pour le mode d'interaction d'entrée des données pour l'édition graphique.

Le système *GeoRoute* comprend aussi un logiciel sophistiqué de cartographie automatique.

Ce logiciel permet de confectionner des cartes de réseaux routiers de très bonne qualité. Les cartes produites sont essentiellement composées d'un ou de plusieurs des éléments suivants: réseau routier, nom des rues et codes postaux. Plusieurs paramètres d'affichage sont contrôlés par l'usager. En voici quelques-uns:

- la dimension de la carte
- la couleur d'affichage de chacun des éléments
- la largeur des rues
- la dimension des caractères pour l'affichage des noms de rues
- l'orientation de la carte

Une fonction «Zoom» permet de générer une carte d'une portion dense du réseau.

3. Un logiciel d'aide à la gestion de l'entretien et de la réhabilitation de la chaussée

La ville de Montréal a mis au point un système de gestion de ses informations sur la qualité des chaussées et des trottoirs. Nous avons donc voulu utiliser cette expertise et l'intégrer à *GeoRoute* pour créer un système pilote d'aide à la gestion et à la représentation de ces informations. Deux modules, tels que présentés à la figure de la page suivante, composent ce système.

Le premier module permettra à l'usager de gérer les informations: ainsi l'usager pourra créer une information et la localiser sur le réseau. La localisation se fera de façon alphanumérique, ex.: par noms de rues ou intersection. L'usager pourra aussi modifier, détruire ou consulter une information et obtenir toutes les informations relatives à cette section du réseau.

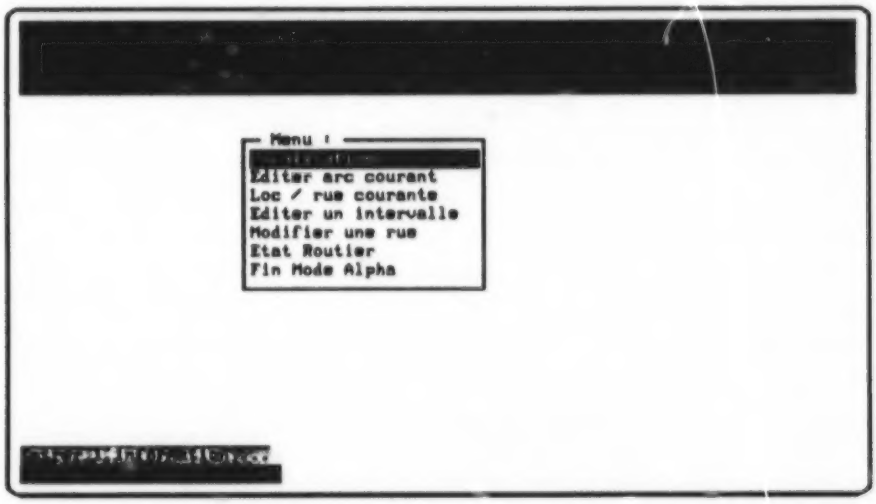
Le second module permettra la visualisation de ces informations et la production de cartes. L'usager sélectionnera les informations qu'il veut représenter. Il peut choisir une information dont la valeur numérique apparaîtra sur chaque segment de rue. Pour d'autres informations, il choisira un code couleur selon différents intervalles de données. Pour des informations quantitatives, le segment pourra être dessiné avec des traits de différentes largeurs. Enfin, selon la valeur de certaines informations, la ligne pourra être pointillée ou continue. Les options décrites ci-après représentent le résultat d'une grande série d'expérimentations.

Les sections suivantes décrivent les deux modules de façon plus détaillée.

4. Consultation/modification des données du réseau

Ce module permet de consulter et/ou modifier l'information relative aux entités du réseau. Entre autres, il est possible de changer le nom des rues, consulter les valeurs reflétant l'état de la chaussée ou des trottoirs, le sens de la circulation, etc.

Les opérations que l'usager peut effectuer sont regroupées dans le menu principal du module.



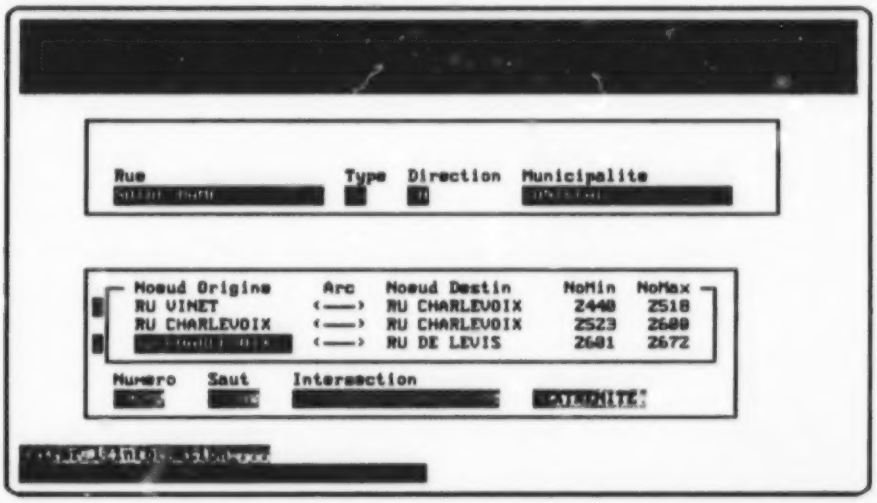
Comme le montre la figure, ce menu offre les options suivantes:

- Localisation
- Éditer l'arc courant
- Localisation sur la rue courante
- Éditer un intervalle
- Modifier une rue
- État routier

Dans les prochaines lignes, nous expliquerons le fonctionnement de chacune de ces options. Nous utiliserons certaines illustrations d'écrans afin de permettre au lecteur de mieux situer le contexte dans lequel l'utilisateur se retrouve.

4.1 Localisation

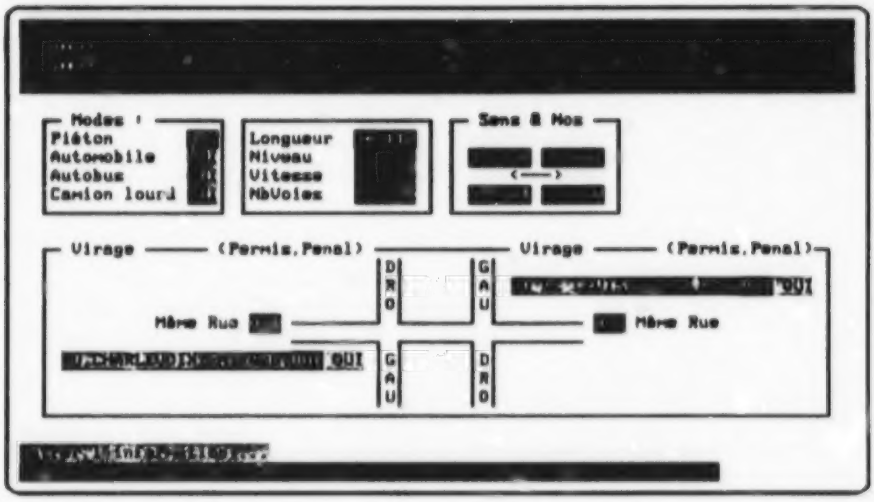
Cette option permet à l'usager de se positionner sur un arc de son choix sur le réseau. Il spécifie d'abord le nom de la rue. La liste des arcs formant cette rue lui est ensuite présentée.



L'usager peut alors consulter cette liste à la recherche d'une intersection ou d'une adresse civique et sélectionner l'arc concerné.

4.2 Éditer l'arc courant

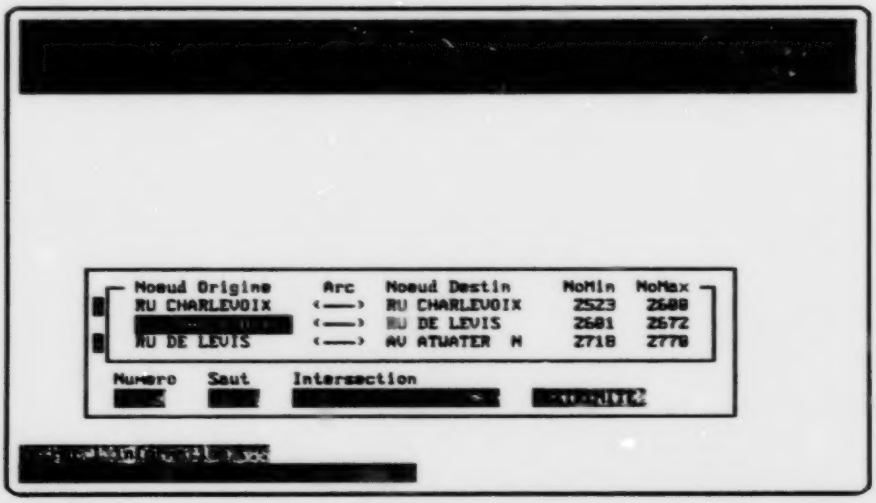
En choisissant cette option, l'usager peut consulter ou encore modifier le mode de transport sur cet arc, le sens de la circulation, les permissions de virage, etc.



De plus, l'usager a la possibilité de se déplacer sur la rue, et ce, dans les deux sens à l'aide des clés de fonction «F1» (Avance) et «F3»(Recule).

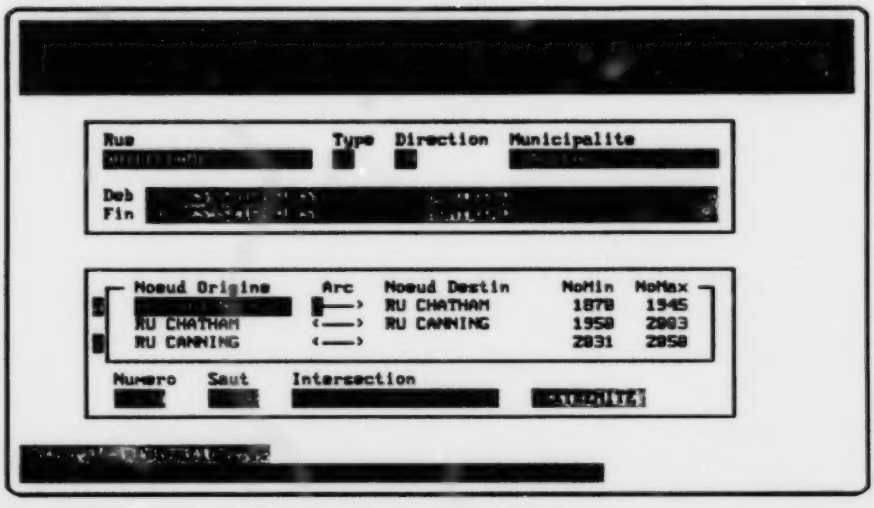
4.3 Localisation sur la rue courante

Afin de se relocaliser sur la rue courante l'usager choisit cette option. Le système lui présente alors la liste des arcs de la rue qu'il peut parcourir pour se positionner sur l'arc désiré.



4.4 Éditer un intervalle

Cette option permet à l'usager de modifier en une seule opération les attributs d'une suite d'arcs le long d'une rue. Il indique dans un premier temps le début et la fin de la portion de rue à modifier.



L'usager précise ensuite les modifications à effectuer. Il peut par exemple, vouloir mettre une portion de rue sens unique, interdire les virages à gauche le long d'une rue, etc.

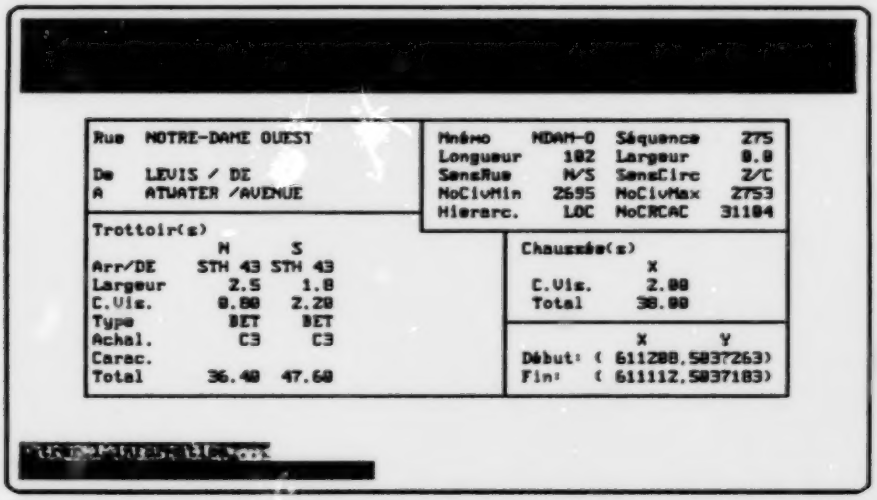
4.5 Modifier une rue

Pour corriger le nom d'une rue, l'usager sélectionne cette option, précise le nom de cette rue et apporte les corrections nécessaires.

4.6. État Routier

Cette option permet de consulter les informations rattachées à la chaussée et aux trottoirs de l'arc courant. On y retrouve entre autres pour les trottoirs, la cote visuelle relevée par l'inspecteur, le type de matériau (asphalte ou béton), l'achalandage observé et l'évaluation globale de détérioration. Certaines caractéristiques comme la présence d'une station de métro à proximité, celle d'un hôpital ou d'une résidence pour personnes âgées, sont également signalées.

Les informations relatives à la chaussée se résument à la cote visuelle et l'évaluation globale de détérioration.

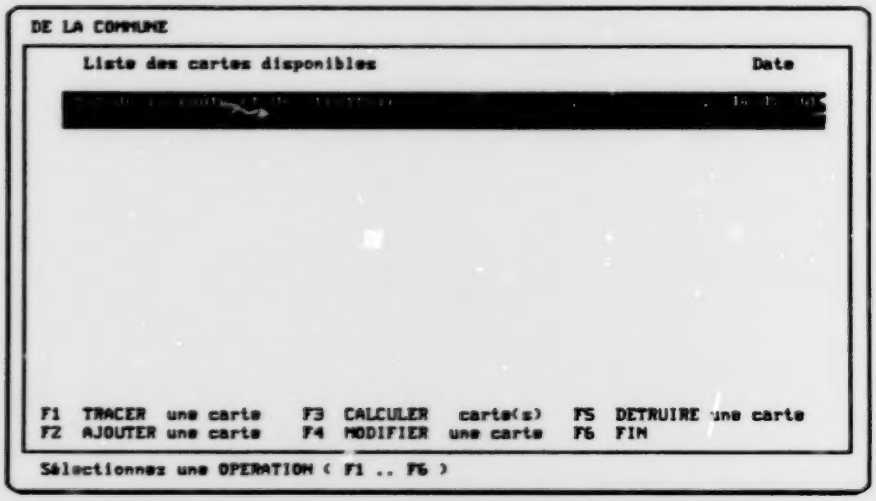


De plus, l'usager pourra, à l'aide des fonctions «F1» (arc suivant) et «F2» (arc précédent), balayer la rue courante dans toute sa longueur et ainsi observer l'état routier pour chaque arc de la rue.

5. Module de cartographie

Ce système comprend aussi un logiciel de cartographie permettant à l'usager de confectionner aisément différentes cartes du réseau routier sur lequel il travaille. L'usager définit les paramètres qui contrôlent l'affichage des éléments de la carte et le système effectue les calculs en fonction des paramètres. La représentation graphique résultante peut être ensuite visualisée sur écran ou sur une carte produite par un traceur.

Le système demande à l'usager d'identifier le réseau sur lequel il désire travailler pour lui présenter ensuite l'écran suivant:



C'est l'écran de gestion des cartes. À l'aide des fonctions proposées par le système (au bas de l'écran), l'usager peut effectuer les opérations suivantes:

F1 - Tracer une carte

Cette fonction permet de produire une carte soit à l'écran, soit sur un traceur.

F2 - Ajouter une carte

Cette fonction permet de définir une nouvelle carte. L'usager précise les informations qu'il désire voir apparaître sur la carte.

F3 - Calculer une ou plusieurs carte(s)

Cette fonction est utilisée pour calculer le dessin d'une carte nouvellement définie, ou encore pour recalculer le dessin d'une carte dont la définition a été modifiée.

F4 - Modifier une carte

Cette fonction permet de modifier certains paramètres dans la définition d'une carte déjà existante.

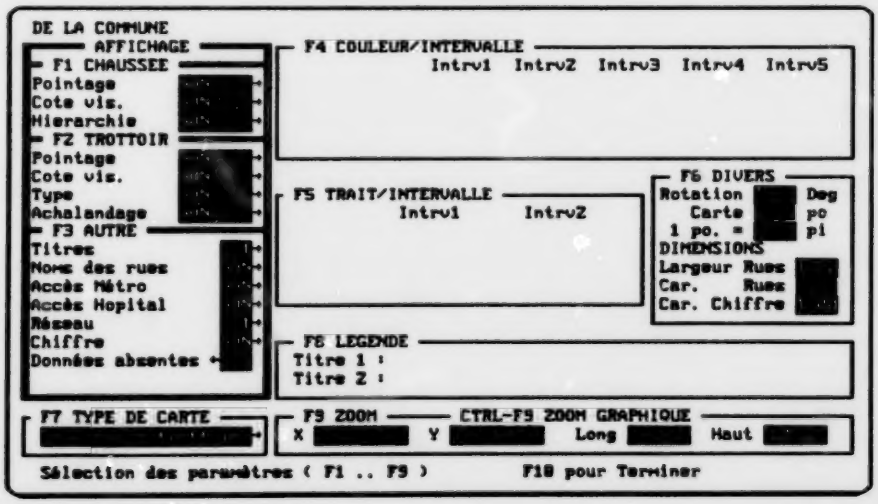
F5 - Détruire une carte

Cette fonction permet d'éliminer la définition et/ou le(s) dessin(s) d'une carte.

Le reste du document est consacré à une présentation plus en détails de chacune de ces fonctions afin que le lecteur puisse davantage apprécier toutes les possibilités qu'offre ce module.

5.1 F2 - Ajouter une carte

Pour définir une nouvelle carte, l'usager doit sélectionner cette option. L'écran suivant lui est présenté:



À l'aide des fonctions («F1» à «F9») identifiant chaque fenêtre, l'usager peut se déplacer d'une fenêtre à l'autre. Dans chacune des fenêtres, à l'aide du curseur il pourra passer d'un champ à l'autre et préciser les paramètres désirés. La suite présente le contenu détaillé de chaque fenêtre.

Type de carte

L'usager choisit de quel type d'information la carte traitera: informations sur la chaussée, sur les trottoirs ou simultanément sur les deux (2) structures.

Chaussée (affichage)

Les informations relatives à la chaussée pouvant être représentées sur une carte sont sa cote visuelle, la hiérarchie de la rue ainsi qu'un pointage représentant son évaluation globale de détérioration.

Les choix d'affichage proposés à l'usager pour les champs «Cote vis.» et «Pointage» sont: «COULEUR», «TRAIT» et «CHIFFRE». Cela signifie que sur la carte, pour chaque arc d'une rue, l'information relative à la cote visuelle ou au pointage peut être représentée soit par un jeu de couleurs, soit par différents types de trait, ou encore par une valeur numérique inscrite sur l'arc.

La hiérarchie de la rue sera représentée par la grosseur du trait de l'arc si l'usager indique «OUI» pour ce champ.

Trottoir (affichage)

Les informations concernant les trottoirs comprennent, la cote visuelle, le type de matériau de construction (asphalte ou béton), l'achalandage observé et un pointage représentant l'évaluation globale de détérioration.

La représentation pour la cote visuelle et le pointage des trottoirs est la même que celle décrite pour ces mêmes éléments relativement à la chaussée. Le type de matériau, sera quant à lui identifié sur la carte par un symbole dont la couleur est choisie par l'usager. Enfin si l'usager met le champ «Achalandage» à «OUI» la grosseur du trait pour chaque arc servira d'indicateur pour cette information.

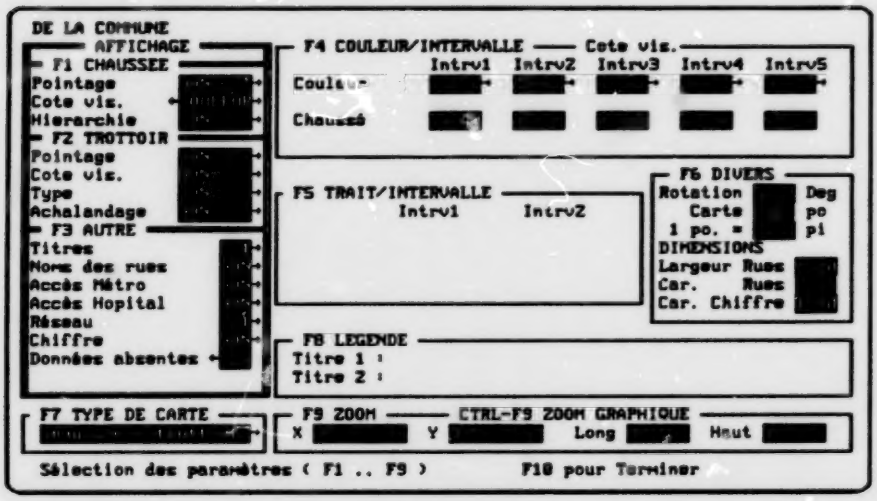
Autre (affichage)

D'autres informations à caractère plus général peuvent être transmises sur la carte, entre autres le nom des rues, les sections de rue considérées comme étant à proximité de points importants (bouche de métro, hôpital, résidence, ...), etc. L'usager précise sous quelles couleurs ces informations devront apparaître sur la carte.

Couleur/Intervalle

Comme nous l'avons mentionné précédemment certaines informations numériques (pointage et cote visuelle) peuvent être représentées sur la carte par la couleur du trait de l'arc. L'usager doit donc définir les intervalles de valeurs qui l'intéresse et préciser les couleurs correspondantes.

Par exemple, supposons que dans la fenêtre «CHAUSSEE» l'usager sélectionne l'item «COULEUR» pour le champ «Cote Vis». Automatiquement la fenêtre «COULEUR/INTERVALLE» est mise à jour:

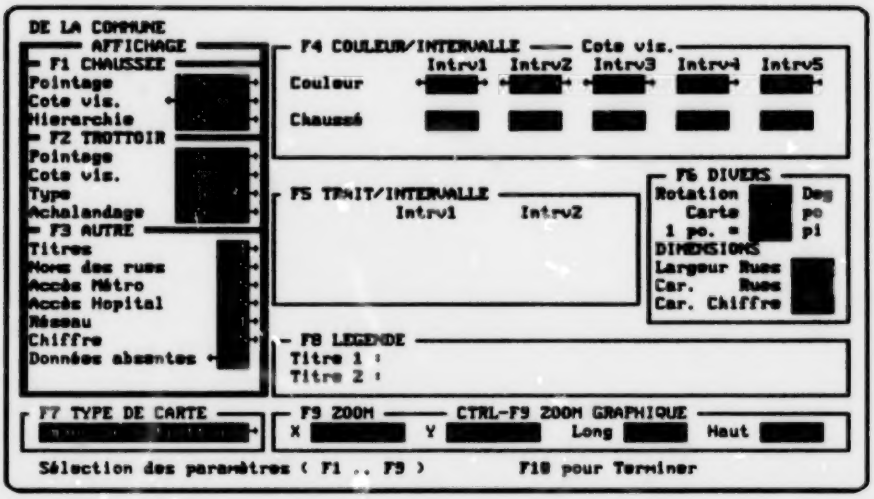


Par défaut le système propose un seul intervalle (par le fait même, une seule couleur) avec comme borne supérieure la valeur maximale de la cote visuelle.

L'usager peut alors définir jusqu'à cinq (5) intervalles en précisant la couleur et la borne supérieure pour chacun des intervalles (la borne inférieure étant 0 pour le premier intervalle et, la borne supérieure de l'intervalle précédent, pour les autres intervalles).

Trait/Intervalle

En ce qui concerne les informations numériques pouvant être représentées par le type de trait, deux intervalles de valeurs peuvent être définis: un intervalle représenté par le trait plein et l'autre par le trait pointillé. L'usager pourrait par exemple représenter le pointage de la chaussée par un trait plein lorsqu'il a une valeur inférieure à 75.00 et par un trait pointillé lorsque la valeur est comprise entre 75 et 100 inclusivement.



Cette représentation permet de localiser rapidement et globalement les secteurs où l'état général de la chaussée est critique.

Divers

Dans cette fenêtre l'usager précise les paramètres de contrôle relatifs à l'échelle et l'orientation de la carte ainsi que les dimensions des objets. L'usager peut donc construire une carte dans les dimensions de son choix tout en gardant un contrôle sur la largeur des rues et la grosseur des éléments à écrire.

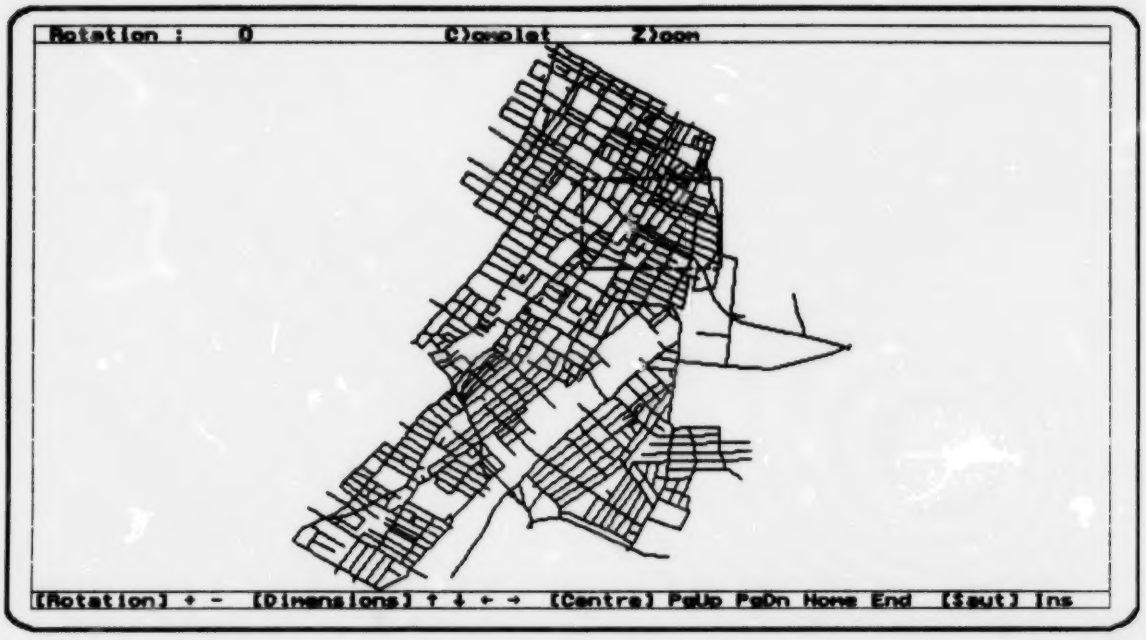
Légende

Chaque carte peut être identifiée par un titre. Ce dernier apparaîtra dans la partie supérieure gauche de la carte.

Zoom (et zoom graphique)

Cet outil permet de construire une carte ne contenant qu'une portion du réseau. C'est grandement utile pour les régions très denses du réseau où les informations se superposent et deviennent ainsi pratiquement illisibles.

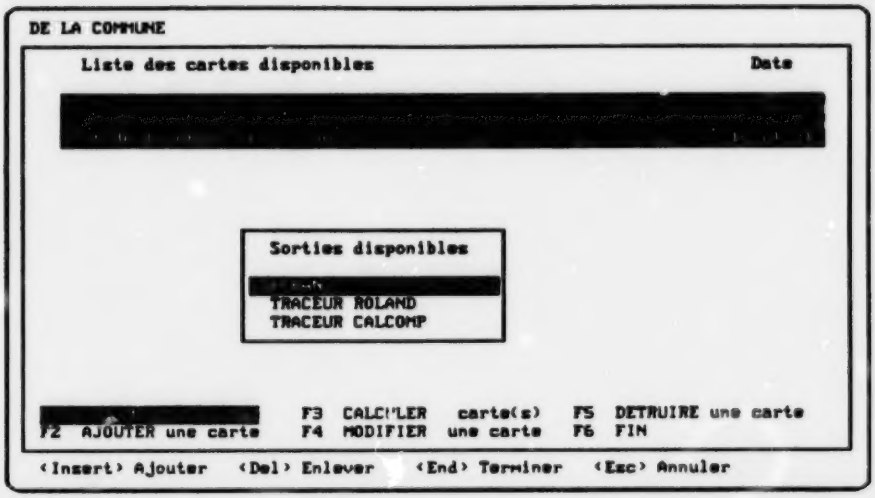
Lorsque l'usager connaît les coordonnées (UTM) de la portion désirée du réseau, il peut lui même les préciser. Sinon, la fonction «CTRL-F9» (Zoom graphique) lui permet de visualiser graphiquement le réseau et de «pointer» la région recherchée.



Une fois la définition de la nouvelle carte complétée, l'usager doit donner un commentaire qui identifiera la carte. Le système insère alors ce commentaire ainsi que la date de création dans la liste des commentaires identifiant les cartes disponibles.

5.2 F3 - Calculer une carte

Pour calculer la carte nouvellement définie l'usager choisit cette option. Il indique que la carte à calculer est celle nouvellement définie. Le système lui propose alors la liste des dispositifs de sorties. L'usager peut sélectionner par exemple les calculs pour les sorties «ECRAN» et «TRACEUR ROLAND».



Le système effectue ensuite les calculs et une fois l'exécution terminée, il réaffiche la liste des cartes disponibles. Le symbole « ◀ » apparaissant à la fin du commentaire signifie que le dessin de la carte est calculé et donc prêt à être tracé ou visualisé.

5.3 F1 - Tracer une carte

Cette option permet à l'usager de visualiser à l'écran ou encore de produire sur un traceur une carte parmi celles disponibles. L'usager sélectionne la carte qu'il veut tracer ainsi que la sortie désirée.

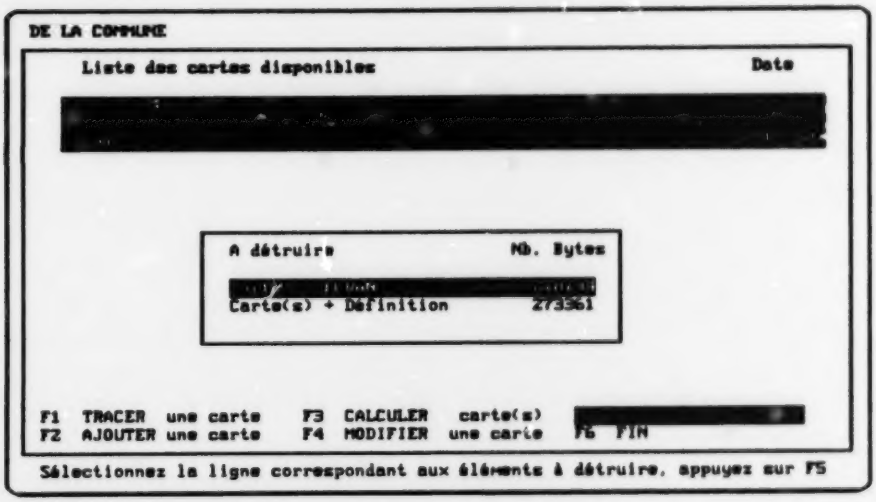
5.4 F4 - Modifier une carte

En choisissant cette option l'usager peut modifier les paramètres de la définition d'une carte existante. Il peut s'agir de la grosseur des caractères pour les noms de rue, de la redéfinition d'intervalles de valeurs, de l'ajout d'une information, etc.

L'écran d'édition des paramètres est le même que celui proposé pour la fonction «AJOUTER une carte».

5.5 F5 - Détruire une carte

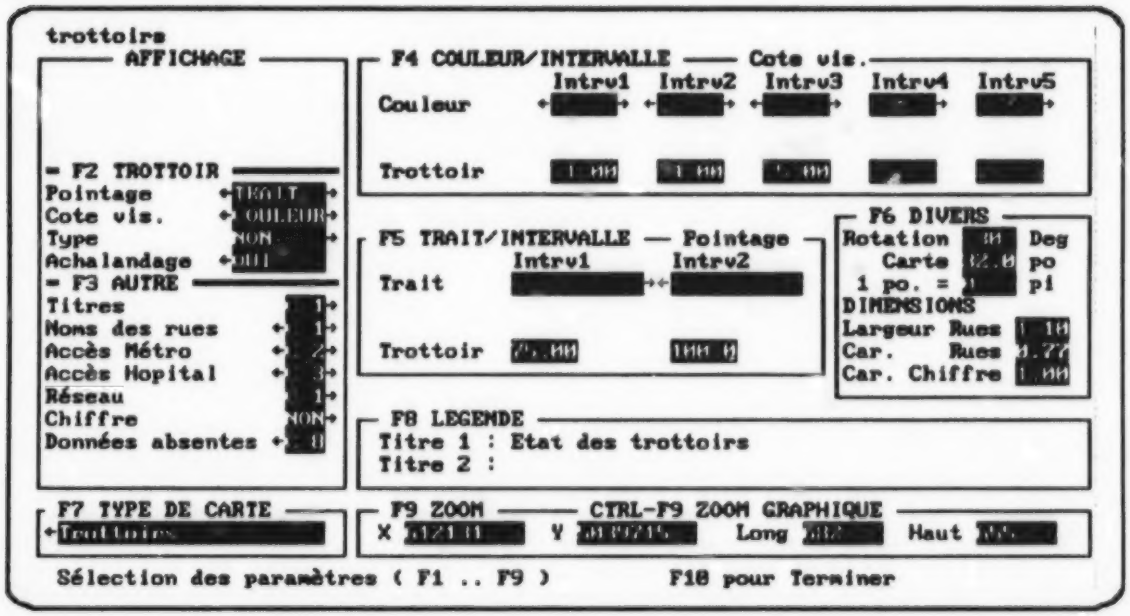
A l'aide de cette fonction l'usager peut détruire soit le calcul du dessin pour une sortie, soit la définition de la carte ou encore tout l'ensemble, à savoir la définition et tous les dessins.



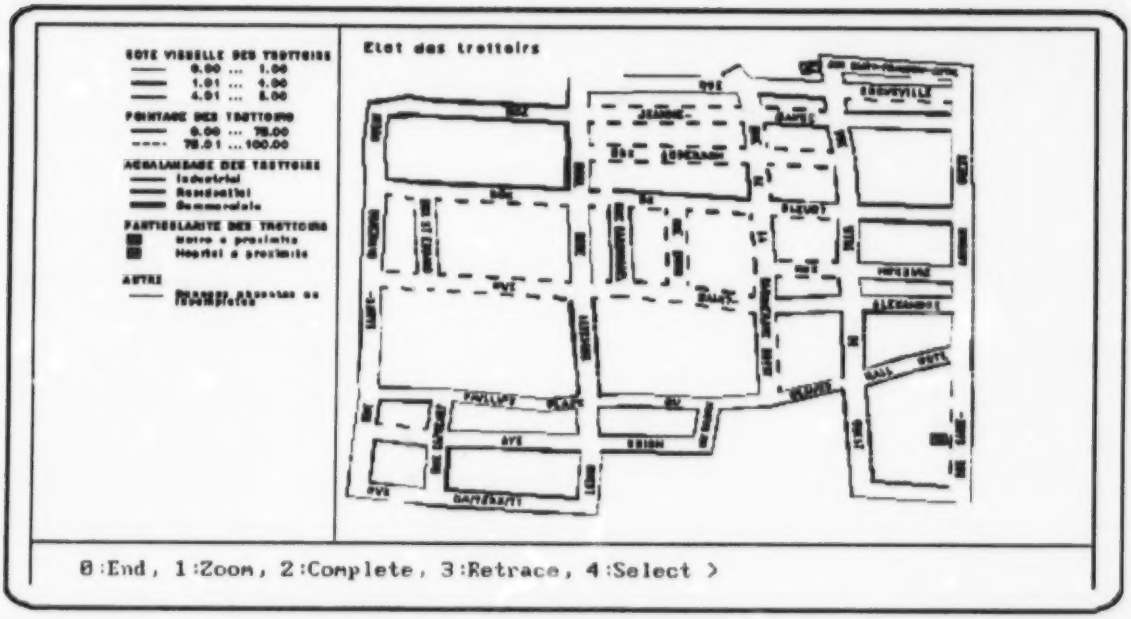
5.6 Exemples de cartes

Exemples de définitions de cartes et représentations graphiques résultantes:

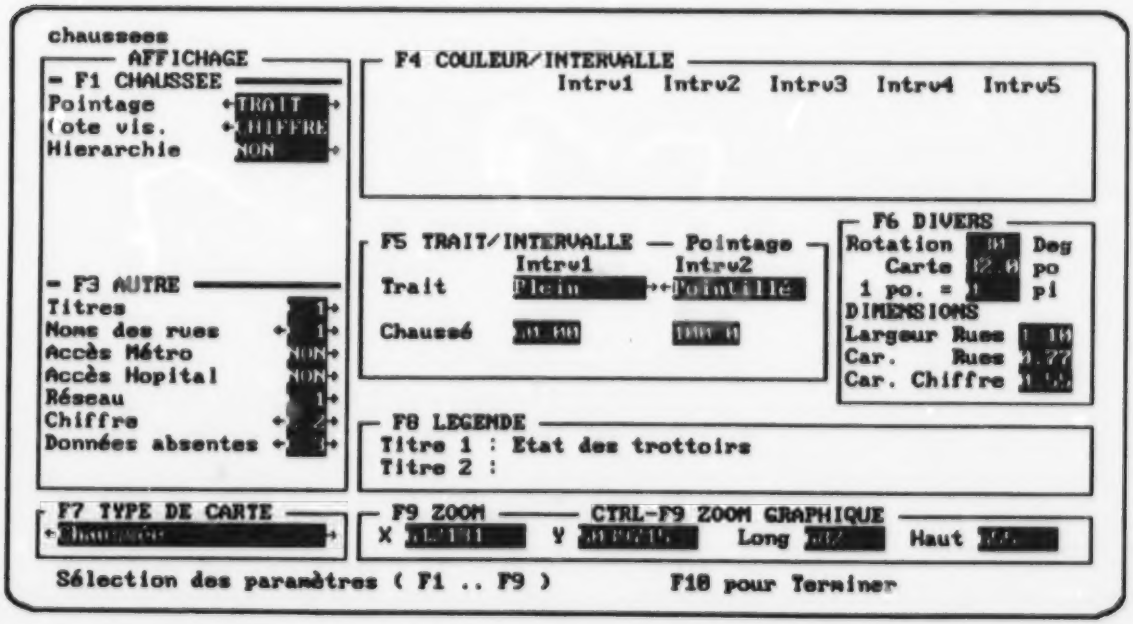
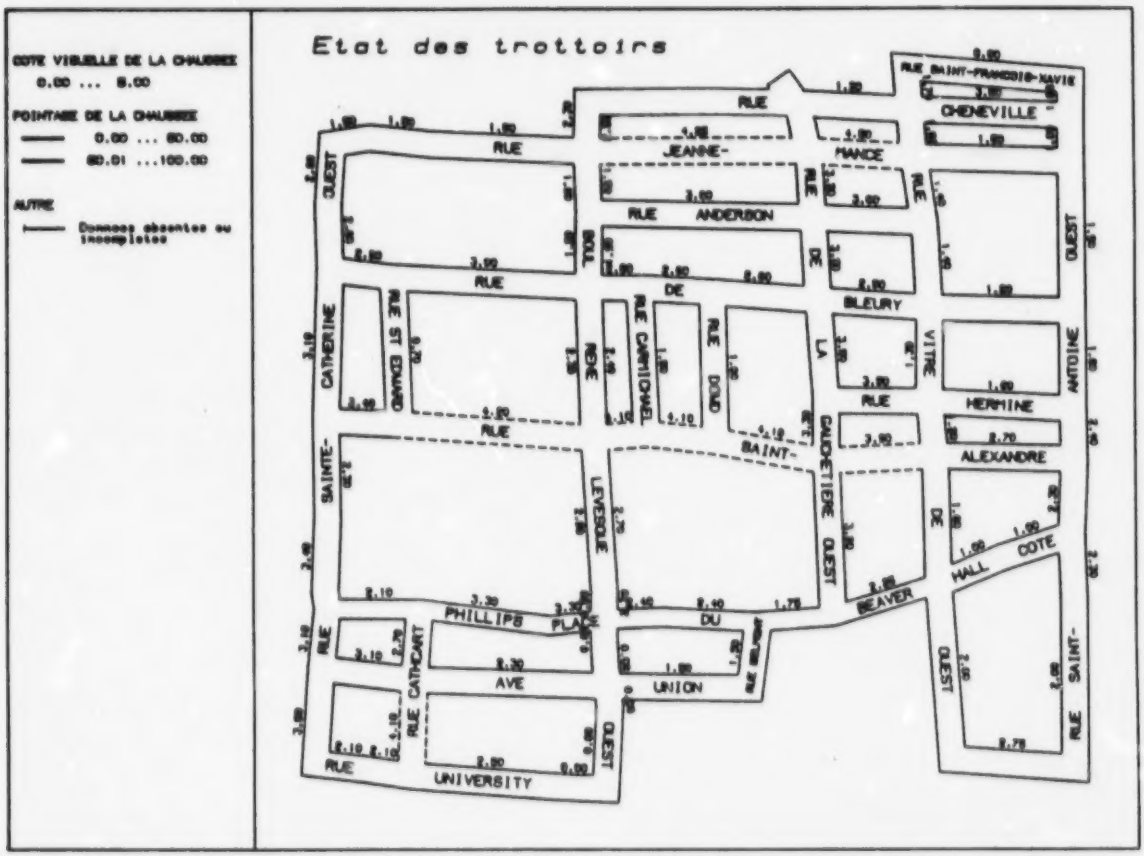
Définition d'une carte relative aux trottoirs



Visualisation de la carte à l'écran



Définition d'une carte relative à la chaussée



Production de la carte sur un traceur